

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-102468

(43)公開日 平成9年(1997)4月15日

(61)Int.Cl.  
H01L 21/268  
21/324

識別記号

F I  
H01L 21/268  
21/324Z  
D

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平7-258853  
(22)出願日 平成7年(1995)10月5日(71)出願人 000004215  
株式会社日本製鋼所  
東京都千代田区有楽町一丁目1番2号  
(72)発明者 澤井 美喜  
千葉県四街道市鷹の台一丁目3番 株式会  
社日本製鋼所内  
(72)発明者 石坂 進一  
千葉県四街道市鷹の台一丁目3番 株式会  
社日本製鋼所内  
(74)代理人 弁理士 有近 紳志郎

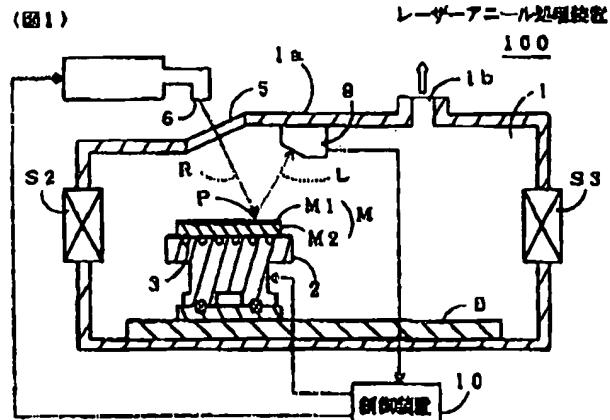
## (54)【発明の名称】レーザーアニール処理装置

## (57)【要約】

【課題】 真空チャンバ(1)から被処理体(M)を取り出すことなく、また、被処理体(M)に膜厚や性質のばらつきがあっても、常に適切なアニールを行えるようにする。

【解決手段】 レーザー光(R)を被処理体(M)に斜めに照射すると共に、被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度を光強度測定手段(9)により測定し、その測定した反射レーザー光(L)の強度に基づいてアニールの進行状況を判別する。そして、制御手段(10)により、レーザ照射手段(6)および移動載置台(2)を制御する。

【効果】 品質およびスループットを向上できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 密閉容器(1)内に置かれた被処理体(M)に外部からレーザー導入用窓(5)を通してレーザー光(R)を照射するレーザー照射手段(6)と、小面積のレーザー照射部分(P)で前記被処理体(M)の大面積の領域を走査するように前記被処理体(M)を乗せて移動する移動載置台(2)とを備えたレーザーアニール処理装置において、

前記レーザー光(R)を被処理体(M)に斜めに照射すると共に、被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度を光強度測定手段(9)により測定し、その測定した反射レーザー光(L)の強度に基づいてアニールの進行状況を判別することを特徴とするレーザーアニール処理装置(100)。

【請求項2】 被処理体(M)にレーザー光(R)を照射するレーザー照射手段(6)と、小面積のレーザー照射部分(P)で前記被処理体(M)の大面積の領域を走査するように前記被処理体(M)を乗せて移動する移動載置台(2)とを備えたレーザーアニール処理装置において、

被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度または被処理体(M)を透過した透過レーザー光の強度を測定する光強度測定手段(9)と、その光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度または透過レーザー光の強度に基づいて前記レーザー照射手段(6)または前記移動載置台(2)の少なくとも一方の制御を行う制御手段(10)とを備したこととを特徴とするレーザーアニール処理装置(100)。

【請求項3】 被処理体(M)にレーザー光(R)を照射し、前記被処理体(M)をアニールするレーザーアニール処理装置において、

被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度または被処理体(M)を透過した透過レーザー光の強度を測定する光強度測定手段(9)を備し、その光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度または透過レーザー光の強度に基づいてアニールの進行状況を判別することを特徴とするレーザーアニール処理装置(100)。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザーアニール処理装置に関し、更に詳しくは、被処理体にばらつきがあつても、常に過不足のない適切なアニールを行うことができるレーザーアニール処理装置に関するものである。本発明のレーザーアニール処理装置は、特に大面積大粒径多結晶シリコン薄膜の形成に有用である。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は、従来のレーザーアニール処理装置の一例の要部断面図である。このレーザーアニール処理装置500は、アルミニウム製の真空チャンバ1

と、この真空チャンバ1内に設置された基台B上を移動すると共にその上面に被処理体Mが載置される移動載置台2と、この移動載置台2の上面に埋設され前記被処理体Mを予熱する抵抗線3と、前記真空チャンバ1の天井部1aに設けられ且つ石英ガラス板の両面に紫外線反射防止膜(A Rコート)を形成したレーザー導入用窓5と、このレーザー導入用窓5を通して略垂直下方へレーザー光Rを照射するエキシマレーザー照射装置6と、前記真空チャンバ1に被処理体Mを導入するためのゲートバルブS2と、前記真空チャンバ1から被処理体Mを導出するためのゲートバルブS3とを具備している。1bは、真空引き用の排気口である。前記被処理体Mは、絶縁基板M2上に非晶質半導体薄膜M1を形成したものである。

【0003】 レーザーアニール処理は次の手順で行う。  
 ①ゲートバルブS2を開けて、未処理の被処理体Mを移動載置台2の上に載置し、ゲートバルブS2を閉じる。  
 ②真空チャンバ1の排気口1bから排気し、真空チャンバ1内を $10^{-1} \sim 10^{-4}$  Torrの高真空中とする(あるいは窒素ガスを充填する)。次に、前記抵抗線3に通電し、被処理体Mを400°C程度に予熱する。また、レーザー照射部分Pが被処理体Mの照射スタート点に位置するように移動載置台2を移動させる。そして、エキシマレーザー照射装置6からレーザー光Rを発生させる。レーザー光Rは、レーザー導入用窓5を通って真空チャンバ1内に導入され、被処理体Mの表面に略垂直に照射される。この状態で移動載置台2を移動し、小面積(例えば0.4mm × 15.0mm)のレーザー照射部分Pで前記被処理体Mの非晶質半導体薄膜M1の全面(例えば3.0mm × 3.0mm)を走査する。これにより、非晶質半導体薄膜M1の結晶化を行うことが出来る。  
 ③ゲートバルブS3を開けて、処理済の被処理体Mを移動載置台2の上から取り出し、ゲートバルブS3を閉じる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来のレーザーアニール処理装置500では、被処理体Mを真空チャンバ1から取り出して分析しなければ、アニールが適切か否かが判らないという問題点がある。また、非晶質半導体薄膜M1の膜厚や性質には、ばらつきがある。このため、上記従来のレーザーアニール処理装置500において、レーザー光Rの照射強度、照射タイミングや、移動載置台2の移動速度、移動タイミングを一定にしておくと、被処理体Mによっては、アニールに過不足を生じてしまうという問題点がある。そこで、本発明の第1の目的は、アニールが適切か否かをアニール中に知ることができるレーザーアニール処理装置を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、被処理体にばらつきがあつても常に過不足のない適切なアニールを行うことができるレーザーアニール処理装置を提供することにある。

る。

【0005】

【課題を解決するための手段】第1の観点では、本発明は、密閉容器(1)内に置かれた被処理体(M)に外部からレーザー導入用窓(5)を通してレーザー光(R)を照射するレーザー照射手段(6)と、小面積のレーザー照射部分(P)で前記被処理体(M)の大面積の領域を走査するように前記被処理体(M)を乗せて移動する移動載置台(2)とを備えたレーザーアニール処理装置において、前記レーザー光(R)を被処理体(M)に斜めに照射すると共に、被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度を光強度測定手段(9)により測定し、その測定した反射レーザー光(L)の強度に基づいてアニールの進行状況を判別することを特徴とするレーザーアニール処理装置(100)を提供する。上記第1の観点によるレーザーアニール処理装置(100)では、被処理体(M)に斜め方向からレーザー光(R)を照射し、逆斜め方向に反射された反射レーザー光(L)の強度を光強度測定手段(9)により測定する。

ここで、被処理体(M)の反射率はアニールの進行状況により変化するので、光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度によりアニールの進行状況が判る。例えば、非晶質半導体薄膜(M1)の反射率は比較的小さいが、結晶化すると反射率が比較的大きくなるので、光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度は結晶化の進行に伴って大きくなり、結晶化が終了すると変化しなくなる。従って、測定した反射レーザー光(L)の強度に基づいてアニールの進行状況を判別することにより、アニールが適切か否かをアニール中に知ることができる。そして、被処理体

(M)を密閉容器(1)から取り出さずに適切なアニールを完了することが可能となり、高スループットが得られる。なお、斜め方向からレーザー光(R)を被処理体(M)に照射するため、密閉容器(1)の天井部(1a)であって且つレーザー照射部分(P)の垂直上方から外れた位置にレーザー導入用窓(8)を設ける。このため、アニール時に被処理体(M)から蒸散物質が発生し、これが密閉容器(1)の天井部(1a)であって且つレーザー照射部分(P)の垂直上方の壁面に付着しても、レーザー導入用窓(8)は汚れない。従って、レーザー導入用窓(8)から導入されるレーザー光(R)のエネルギーが被処理体(M)からの蒸散物質によって減衰することを防止できる。また、斜め方向からレーザー光(R)を被処理体(M)に照射するため、被処理体(M)で反射した反射レーザー光(L)が密閉容器(1)の天井部(1a)で反射されて再び被処理体(M)に入射し、アニールに悪影響を与えることも防止できる。

【0006】第2の観点では、本発明は、被処理体(M)にレーザー光(R)を照射するレーザー照射手段

(6)と、小面積のレーザー照射部分(P)で前記被処理体(M)の大面積の領域を走査するように前記被処理体(M)を乗せて移動する移動載置台(2)とを備えたレーザーアニール処理装置において、被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度または被処理体(M)を透過した透過レーザー光の強度を測定する光強度測定手段(9)と、その光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度または透過レーザー光の強度に基づいて前記レーザー照射手段(6)または前記移動載置台(2)の少なくとも一方の制御を行う制御手段(10)とを具備したことを特徴とするレーザーアニール処理装置(100)を提供する。上記第2の観点によるレーザーアニール処理装置(100)では、被処理体(M)にレーザー光(R)を照射し、反射された反射レーザー光(L)の強度を光強度測定手段(9)により測定する。ここで、被処理体(M)の反射率はアニールの進行状況により変化するので、光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度によりアニールの進行状況が判る。例えば、非晶質半導体薄膜(M1)の反射率は比較的小さいが、結晶化すると反射率が比較的大きくなるので、光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度は結晶化の進行に伴って大きくなり、結晶化が終了すると変化しなくなる。従って、測定した反射レーザー光(L)の強度に基づいてレーザー照射手段(6)または移動載置台

(2)の少なくとも一方を制御すると、被処理体(M)にはらつきがあっても、常に過不足のない適切なアニールを行うことができる。

【0007】第3の観点では、本発明は、被処理体(M)にレーザー光(R)を照射し、前記被処理体(M)をアニールするレーザーアニール処理装置において、被処理体(M)で反射された反射レーザー光(L)の強度または被処理体(M)を透過した透過レーザー光の強度を測定する光強度測定手段(9)を具備し、その光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度または透過レーザー光の強度に基づいてアニールの進行状況を判別することを特徴とするレーザーアニール処理装置(100)を提供する。上記第3の観点によるレーザーアニール処理装置(100)では、被

処理体(M)にレーザー光(R)を照射し、反射された反射レーザー光(L)の強度または被処理体(M)を透過した透過レーザー光の強度を光強度測定手段(9)により測定する。ここで、被処理体(M)の反射率または透過率はアニールの進行状況により変化するので、光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度または透過レーザー光の強度によりアニールの進行状況が判る。例えば、非晶質半導体薄膜(M1)の反射率は比較的小さいが、結晶化すると反射率が比較的大きくなるので、光強度測定手段(9)により測定した反射レーザー光(L)の強度は結晶化の進行に伴って大き

くなり、結晶化が終了すると変化しなくなる。また、非晶質半導体薄膜（M1）の透過率は比較的大きいが、結晶化すると透過率が比較的小さくなるので、光強度測定手段（9）により測定した透過レーザー光の強度は結晶化の進行に伴って小さくなり、結晶化が終了すると変化しなくなる。従って、測定した反射レーザー光（L）の強度または透過レーザー光の強度に基づいてアニールの進行状況を判別することにより、アニールが適切か否かをアニール中に知ることができる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、これによりこの発明が限定されるものではない。

## 【0009】—第1の実施形態—

図1は、本発明の第1の実施形態にかかるレーザーニュール処理装置の要部断面図である。このレーザーニュール処理装置100は、アルミニウム製の真空チャンバ1と、この真空チャンバ1内に設置された基台B上を移動すると共にその上面に被処理体Mが載置される移動載置台2と、この移動載置台2の上面に埋設され前記被処理体Mを予熱する抵抗線3と、前記真空チャンバ1の天井部1aに傾斜して設けられ且つ石英ガラス板の画面に紫外線反射防止膜（ARコート）を形成したレーザー導入用窓5と、このレーザー導入用窓5を通して斜め下方向にレーザー光Rを照射するエキシマレーザー照射装置6と、前記真空チャンバ1に被処理体Mを導入するためのゲートバルブS2と、前記真空チャンバ1から被処理体Mを導出するためのゲートバルブS3と、被処理体Mで正反射した反射レーザー光Lの強度を測定する光強度測定装置9と、その光強度測定装置9により測定した反射レーザー光Lの強度に基づいて前記レーザー照射手段6または前記移動載置台2の制御を行う制御装置10とを具備している。1bは、真空引き用の排気口である。前記被処理体Mは、絶縁基板M2上に非晶質半導体薄膜M1を形成したものである。

【0010】レーザーニュール処理は次の手順で行う。  
 ①ゲートバルブS2を開けて、未処理の被処理体Mを移動載置台2の上に載置し、ゲートバルブS2を閉じる。  
 ②真空チャンバ1の排気口1bから排気し、真空チャンバ1内を $10^{-1}$ ～ $10^{-4}$ Torrの高真空とする（あるいは窒素ガスを充填する）。次に、前記抵抗線3に通電し、被処理体Mを400℃程度に予熱する。また、レーザー照射部分Pが被処理体Mの照射スタート点に位置するように移動載置台2を移動させる。そして、エキシマレーザー照射装置6からレーザー光Rを発生させる。レーザー光Rは、レーザー導入用窓5を通って真空チャンバ1内に導入され、被処理体Mの表面に斜め方向から照射される。この状態で移動載置台2を移動し、小面積（例えば0.4mm×150mm）のレーザー照射部分Pで前記被処理体Mの非晶質半導体薄膜M1の全面（例

えば300mm×300mm）を走査する。このとき、反射レーザー光Lの強度に基づき、エキシマレーザー照射装置6を制御してレーザー光Rの照射強度、照射タイミングを調整すると共に、移動載置台2を制御して移動速度、移動タイミングを調整する。これにより、非晶質半導体薄膜M1の膜厚や性質にばらつきがあつても、非晶質半導体薄膜M1の結晶化を適切に行なうことが出来る。

10 ③ゲートバルブS3を開けて、処理済の被処理体Mを移動載置台2の上から取り出し、ゲートバルブS3を閉じる。

【0011】図2は、非晶質シリコンa-Siと結晶シリコンC-Siの反射率の特性図である。非晶質シリコンa-Siの反射率は、どのような波長でも結晶シリコンC-Siの反射率より小さくなっている。従って、光強度測定装置9により測定した反射レーザー光Lの強度は、非晶質シリコンa-Siでは小さく、結晶化が進むにつれて大きくなり、結晶化が終了すると大きい値で変化しなくなる。そこで、エキシマレーザー照射装置6および移動載置台2の制御は、光強度測定装置9により測定した反射レーザー光Lの強度が小さい間はレーザー光Rの照射強度を強めたり、照射時間を長くするようにし、光強度測定装置9により測定した反射レーザー光Lの強度が大きくなったらレーザー光Rの照射強度を弱めたり、照射時間を短くするようにすればよい。

【0012】図3は、レーザー光Rの照射強度を一定とし、移動載置台2の移動速度を制御したときの移動速度の収束特性図である。移動載置台2の移動速度は、照射スタート点において“0”から徐々に速くなり、過不足なくアニュールできる最適速度に収束することになる。

【0013】以上のレーザーニュール処理装置100によれば、真空チャンバ1から被処理体Mを取り出すことなく、また、被処理体Mにばらつきがあつても、常に過不足のない適切なアニュールを行なうことが可能となり、品質およびスループットを向上できる。また、レーザー照射部分Pの垂直上方から外れた位置にレーザー導入用窓8があるから、被処理体Mからの蒸散物質によってレーザー導入用窓8が汚れることが少なく、レーザー光Rのエネルギーがレーザー導入用窓8で減衰することを防止できる。また、被処理体Mで反射した反射レーザー光Lが真空チャンバ1の天井部1aで反射されて再び被処理体Mに入射することがないから、反射レーザー光Lがアニュールに悪影響を与えることも防止できる。

【0014】—第2の実施形態—  
 図4は、本発明の第2の実施形態にかかるレーザーニュール処理装置の要部断面図である。このレーザーニュール処理装置200は、アルミニウム製の真空チャンバ1と、この真空チャンバ1内に設置された基台B上を移動すると共にその上面に被処理体Mが載置される移動載置台2と、この移動載置台2の上面に埋設され前記被処理

7  
体Mを予熱する抵抗線3と、前記真空チャンバ1の天井部1aに設けられ且つ石英ガラス板の両面に紫外線反射防止膜(A Rコート)を形成したレーザー導入用窓5と、このレーザー導入用窓5を通して略垂直下方にレーザー光Rを照射するエキシマレーザー照射装置6と、前記真空チャンバ1に被処理体Mを導入するためのゲートバルブS2と、前記真空チャンバ1から被処理体Mを導出するためのゲートバルブS3と、被処理体Mを透過した透過レーザー光の強度を測定する光強度測定装置9と、その光強度測定装置9により測定した透過レーザー光の強度に基づいて前記レーザー照射装置6または前記移動載置台2の制御を行う制御装置10とを具備している。1bは、真空引き用の排気口である。前記被処理体Mは、絶縁基板M2上に非晶質半導体薄膜M1を形成したものである。

【0016】レーザーアニール処理は次の手順で行う。  
 ①ゲートバルブS2を開けて、未処理の被処理体Mを移動載置台2の上に載置し、ゲートバルブS2を閉じる。  
 ②真空チャンバ1の排気口1bから排気し、真空チャンバ1内を $10^{-1} \sim 10^{-4}$  Torrの高真空中とする(あるいは窒素ガスを充填する)。次に、前記抵抗線3に通電し、被処理体Mを400°C程度に予熱する。また、レーザー照射部分Pが被処理体Mの照射スタート点に位置するように移動載置台2を移動させる。そして、エキシマレーザー照射装置6からレーザー光Rを発生させる。レーザー光Rは、レーザー導入用窓5を通って真空チャンバ1内に導入され、被処理体Mの表面に略垂直に照射される。この状態で移動載置台2を移動し、小面積(例えば $0.4\text{mm} \times 15.0\text{mm}$ )のレーザー照射部分Pで前記被処理体Mの非晶質半導体薄膜M1の全面(例えば $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ )を走査する。このとき、透過レーザー光の強度に基づき、エキシマレーザー照射装置6を制御してレーザー光Rの照射強度、照射タイミングを調整すると共に、移動載置台2を制御して移動速度、移動タイミングを調整する。これにより、非晶質半導体薄膜M1の膜厚や性質にばらつきがあっても、非晶質半導体薄膜M1の結晶化を適切に行うことが出来る。  
 ③ゲートバルブS3を開けて、処理済の被処理体Mを移動載置台2の上から取り出し、ゲートバルブS3を閉じる。

【0016】以上のレーザーアニール処理装置200に

よれば、真空チャンバ1から被処理体Mを取り出すことなく、また、被処理体Mにばらつきがあつても、常に過不足のない適切なアニールを行うことが可能となり、品質およびスループットを向上できる。

### 【0017】

【発明の効果】この発明のレーザーアニール処理装置によれば、密閉容器から被処理体を取り出すことなく、また、被処理体にばらつきがあつても、常に過不足のない適切なアニールを行うことが可能となり、品質およびス

10 ループットを向上できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかるレーザーアニール処理装置の要部断面図である。

【図2】非晶質シリコンa-Siと結晶シリコンC-Siの反射率の特性図である。

【図3】レーザー光の照射強度を一定とし、移動載置台の移動速度を制御したときの移動速度の収束特性図である。

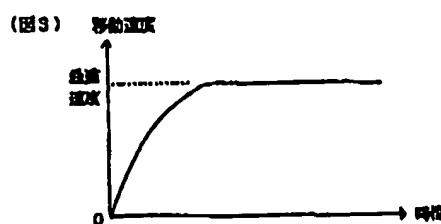
【図4】本発明の第2の実施形態にかかるレーザーアニール処理装置の要部断面図である。

【図5】従来のレーザーアニール処理装置の一例の要部断面図である。

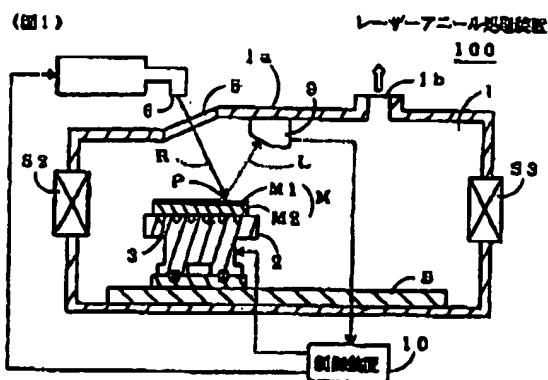
### 【符号の説明】

|               |              |
|---------------|--------------|
| 100, 200, 500 | レーザーアニール処理装置 |
| 1             | 真空チャンバ       |
| 1a            | 天井部          |
| 1b            | 排気口          |
| 2             | 移動載置台        |
| 3             | 抵抗線          |
| 5             | エキシマレーザー導入用窓 |
| 6             | エキシマレーザー照射装置 |
| 9             | 光強度測定装置      |
| 10            | 制御装置         |
| B             | 基台           |
| P             | レーザー照射部分     |
| M             | 被処理体         |
| 40 M1         | 非晶質半導体薄膜     |
| M2            | 絶縁基板         |

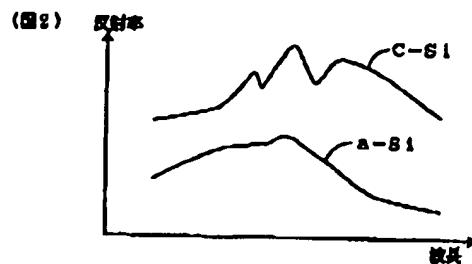
【図3】



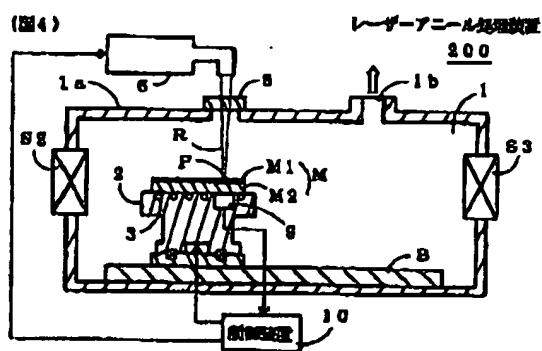
【図1】



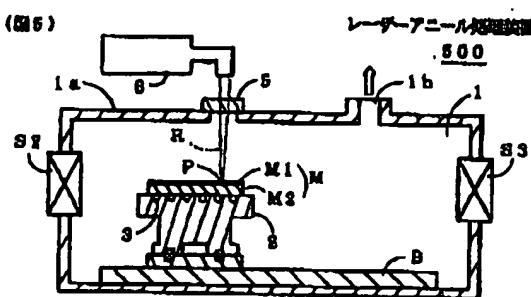
【図2】



【図4】



【図5】



(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Laid-Open No.: H9-102468

(43) Laid-Open Date: April 15, 1997

|                            |                     |                 |    |
|----------------------------|---------------------|-----------------|----|
| (51) Int. Cl. <sup>6</sup> | Discrimination Mark | JPO File Number | FI |
| H01L 21/268                |                     | H01L 21/268     | Z  |
| 21/324                     |                     | 21/324          | D  |

Request of Examination: Not made

The Number of Claims: 3 OL (6 Pages in Total)

(21) Application No.: H7-258853

(22) Application Date: October 5, 1995

(71) Applicant: 000004215

The Japan Steel Works, Ltd.

1-2, Yurakucho 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo-to

(72) Inventor: Yoshiki SAWAI

c/o The Japan Steel Works, Ltd.

3, Takanodai 1-chome, Yotsukaidou-shi, Chiba-ken

(72) Inventor: Sinichi ISHIZAKA

c/o The Japan Steel Works, Ltd.

3, Takanodai 1-chome, Yotsukaidou-shi, Chiba-ken

(74) Agent: Attorney, Sinjiro Ukon

(54) [Title of the Invention] LASER ANNEALING PROCESS APPARATUS

(57) [ABSTRACT]

[Object]

To constantly conduct appropriate annealing without taking out an object (M) from a vacuum chamber (1) even when the object (M) has variation in its thickness and

characteristic.

[Solution]

The object (M) is irradiated obliquely with laser light (R), the intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) is metered by light-intensity metering means (9), and an annealing status is judged based on the metered intensity of the reflected laser beam (L). And, laser irradiation means (6) and a movable mount table (2) are controlled by control means (10).

[Effect]

The quality and the throughput can be improved.

[Scope of Claims]

[Claim 1]

A laser annealing process apparatus (100) equipped with laser irradiation means (6) which irradiates an object (M) provided inside an airtight container (1) with laser light (R) which is delivered from outside through a laser introduction window (5), and a movable mount table (2) on which the object (M) is mounted and which moves so as to scan a large area of the object (M) with a small area of a laser irradiation portion (P), characterized in that the object (M) is irradiated obliquely with the laser light (R), intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) is metered by light-intensity metering means (9), and an annealing status is judged based on the metered intensity of the reflected laser beam (L).

[Claim 2]

A laser annealing process apparatus (100) equipped with laser irradiation means (6) which irradiates an object (M) with laser light (R) and a movable mount table (2) on which the object (M) is mounted and which moves so as to scan a large area of the object (M) with a small area of a laser irradiation portion (P), characterized by including light-intensity metering means (9) which meters intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) or intensity of passed laser light which has passed through the object (M), and control means (10) which controls at least one of the laser irradiation means (6) and the movable mount table (2) based on the intensity of

the reflected laser light (L) or the intensity of the passed laser light metered by the light-intensity metering means (9).

[Claim 3]

A laser annealing process apparatus (100) for annealing an object (M) by irradiating the object (M) with laser light (R), characterized by including light-intensity metering means (9) which meters intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) or intensity of passed laser light which has passed through the object (M), wherein an annealing status is judged based on the intensity of the reflected laser light (L) or the intensity of the passed laser light metered by the light-intensity metering means (9).

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

The present invention relates to a laser annealing process apparatus, and more specifically to a laser annealing process apparatus which can constantly conduct appropriate, neither too much nor too little, annealing even when an object has variation. A laser annealing process apparatus according to the present invention is effective particularly for forming a large-grain poly-crystalline silicon thin film of large size.

[0002]

[Prior Art]

FIG. 5 is a longitudinal sectional view showing substantial parts of an example of a conventional laser annealing process apparatus. This laser annealing process apparatus 500 includes a vacuum chamber 1 made of aluminum, a movable mount table 2 on which an object (M) is mounted and which moves on a base B provided inside this vacuum chamber 1, a resistance line 3 which is buried in a top plane of this movable mount table 2 and which preheats the object M, a laser introduction window 5 which is a quartz glass plate with an ultraviolet ray anti-reflection film (AR coat) formed on its opposite surfaces and which is provided to a ceiling portion 1a of the vacuum chamber 1, an excimer laser irradiation apparatus 6 which emits laser light R approximately

vertically downward through this laser introduction window 5, a gate valve S2 for introducing the object M into the vacuum chamber 1, and a gate valve S3 for taking out the object M from the vacuum chamber 1. 1b denotes an exhaust outlet for vacuuming. The object M is an insulating substrate M2 with an amorphous semiconductor thin film M1 formed thereon.

[0003]

A laser annealing process is conducted according to the following procedure:

- ① the gate valve S2 is opened, an unprocessed object M is mounted on the movable mount table 2, and the gate valve S2 is closed.
- ② the vacuum chamber 1 is evacuated from the exhaust outlet 1b so that the inside of the vacuum chamber 1 becomes highly vacuum at  $10^{-2}$  to  $10^{-6}$  Torr (alternatively filled with nitrogen gas). Next, current is conducted to the resistance line 3 so as to preheat the object M at approximately 400°C. Further, the movable mount table 2 is moved so that a laser irradiation portion P is positioned at an irradiation start point on the object M. Then, laser light R is generated from the excimer laser irradiation apparatus 6. The laser light R is introduced into the vacuum chamber 1 through the laser introduction window 5 and delivered approximately vertically to the surface of the object M. The movable mount table 2 is moved in this state so as to scan the whole surface (for example 300 mm × 300 mm) of the amorphous semiconductor thin film M1 of the object M by the laser irradiation portion P with a small area (for example 0.4 mm × 150 mm). Accordingly, the amorphous semiconductor thin film M1 can be crystallized.
- ③ the gate valve S3 is opened, the processed object M is taken out from the top plane of the movable mount table 2, and the gate valve S3 is closed.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

The above conventional laser annealing process apparatus 500 has a problem in that whether the annealing has been conducted appropriately or not is judged only after the object M is taken out from the vacuum chamber 1 and analyzed. Further, the thickness and the characteristic of the amorphous semiconductor thin film M1 have variation. For this reason, a problem occurs in which too much or too little annealing

is conducted depending on the object M when the irradiation intensity and the irradiation timing of the laser light R, and the moving speed and the moving timing of the movable mount table 2 are constant in the above laser annealing process apparatus 500. Consequently, it is a first object of the present invention to provide a laser annealing process apparatus which can tell during the annealing whether the annealing is appropriate or not. Moreover, it is a second object of the present invention to provide a laser annealing process apparatus which can constantly conduct appropriate, neither too much nor too little, annealing even when the object has variation.

#### [0005]

#### [Means for Solving the Problems]

According to a first perspective, the present invention provides a laser annealing process apparatus (100) equipped with laser irradiation means 6 which irradiates an object (M) provided inside an airtight container (1) with laser light (R) which is delivered from outside through a laser introduction window (5), and a movable mount table 2 on which the object (M) is mounted and which moves so as to scan a large area of the object (M) with a small area of a laser irradiation portion (P), characterized in that the object (M) is irradiated obliquely with the laser light (R), intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) is metered by light-intensity metering means (9), and an annealing status is judged based on the metered intensity of the reflected laser light (L). In the laser annealing process apparatus (100) according to the first perspective, the object (M) is irradiated with the laser light (R) from the oblique direction, and the reflected laser light which has reflected in a reversely-oblique direction is metered by the light-intensity metering means (9). Here, the reflectivity of the object (M) changes in accordance with the annealing status; therefore, the annealing status can be known from the intensity of the reflected laser light (L) metered by the light-intensity metering means (9). For example, although the reflectivity of the amorphous semiconductor thin film (M1) is comparatively low, the reflectivity thereof increases comparatively by the crystallization. Therefore, the intensity of the reflected laser light (L) metered by the light-intensity metering means (9) increases with the progress of the crystallization, and stops

changing when the crystallization ends. Accordingly, it is possible to know at the annealing whether the annealing is appropriate or not by judging the annealing status based on the metered intensity of the reflected laser light (L). And appropriate annealing can be completed without taking out the object (M) from the airtight container (1), and high throughput is achieved. Since the object (M) is irradiated with the laser light (R) from the oblique direction, a laser introduction window (8) is provided at a ceiling portion (1a) of the airtight container (1) and at a position away from vertically above the laser irradiation portion (P). For this reason, the laser introduction window (8) does not become dirty even when an evaporated substance which is generated from the object (M) at the annealing is attached to a wall surface at the ceiling portion (1a) of the airtight container (1) which is vertically above the laser irradiation portion (P). Therefore, it is possible to prevent that the energy of the laser light (R) introduced from the laser introduction window (8) is attenuated due to the evaporated substance from the object (M). Moreover, since the object (M) is irradiated with the laser light (R) from the oblique direction, it is also possible to prevent the reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) from entering the object (M) again by reflecting on the ceiling portion (1a) of the airtight container (1) and from adversely affecting the annealing.

#### [0006]

In a second perspective, the present invention provides a laser annealing process apparatus (100) equipped with laser irradiation means (6) which irradiates an object (M) with laser light (R), and a movable mount table (2) on which the object (M) is mounted and which moves so as to scan a large area of the object (M) with a small area of a laser irradiation portion (P), characterized by including light-intensity metering means (9) which meters intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) or intensity of passed laser light which has passed through the object (M), and control means (10) which controls at least one of the laser irradiation means (6) and the movable mount table (2) based on the intensity of the reflected laser light (L) or the intensity of the passed laser light metered by the light-intensity metering means (9). In the laser annealing process apparatus (100) according to the second perspective, the

object (M) is irradiated with the laser light (R), and the intensity of the reflected laser light (L) is metered by the light-intensity metering means (9). Here, the reflectivity of the object (M) changes in accordance with the annealing status; therefore, the annealing status can be known from the intensity of the reflected laser light (L) metered by the light-intensity metering means (9). For example, although the reflectivity of the amorphous semiconductor thin film (M1) is comparatively low, the reflectivity thereof increases comparatively by the crystallization. Therefore, the intensity of the reflected laser light (L) metered by the light-intensity metering means (9) increases with the progress of the crystallization, and stops changing when the crystallization ends. Accordingly, when at least one of the laser irradiation means (6) and the movable mount table (2) is controlled based on the metered intensity of the reflected laser light (L), appropriate, neither too much nor too little, annealing can be constantly conducted even when the object (M) has variation.

[0007]

In a third perspective, the present invention provides a laser annealing process apparatus (100) for annealing an object (M) by irradiating the object (M) with laser light (R), characterized by including light-intensity metering means (9) which meters intensity of reflected laser light (L) which has reflected on the object (M) or intensity of passed laser light which has passed through the object (M), wherein an annealing status is judged based on the intensity of the reflected laser light (L) or the intensity of the passed laser light metered by the light-intensity metering means (9). In the laser annealing process apparatus (100) according to the third perspective, the object (M) is irradiated with the laser light (R), and the intensity of the reflected laser light (L) or the intensity of the passed laser light is metered by the light-intensity metering means (9). Here, the reflectivity or the transmissivity of the object (M) changes in accordance with the annealing status; therefore, the annealing status can be known from the intensity of the reflected laser light (L) or the intensity of the passed laser light metered by the light-intensity metering means (9). For example, although the reflectivity of the amorphous semiconductor thin film (M1) is comparatively low, the reflectivity thereof increases comparatively by the crystallization. Therefore, the intensity of the reflected

laser light (L) metered by the light-intensity metering means (9) increases with the progress of the crystallization, and stops changing when the crystallization ends. Moreover, the transmissivity of the amorphous semiconductor thin film (M1) is comparatively high; however the transmissivity decreases comparatively by the crystallization. Therefore, the intensity of the passed laser light which is metered by the light-intensity metering means (9) decreases with the progress of the crystallization, and stops changing when the crystallization ends. Accordingly, whether the annealing is appropriate or not can be known at the annealing by judging the annealing status based on the metered intensity of the reflected laser light (L) or the passed laser light.

[0008]

#### [Embodiment Modes of the Invention]

Embodiment Modes of the present invention are hereinafter described with reference to the drawings. It is to be noted that the present invention is not limited to this.

[0009]-Embodiment Mode 1-

FIG 1 is a cross-sectional view showing substantial parts in a laser annealing process apparatus according to Embodiment Mode 1 of the present invention. This laser annealing process apparatus 100 includes a vacuum chamber 1 made of aluminum, a movable mount table 2 on which an object (M) is mounted and which moves on a base B provided inside this vacuum chamber 1, a resistance line 3 which is buried in a top plane of this movable mount table 2 and which preheats the object M, a laser introduction window 5 which is a quartz glass plate with an ultraviolet ray anti-reflection film (AR coat) formed on its opposite surfaces and which is provided in a tilted state to a ceiling portion 1a of the vacuum chamber 1, an excimer laser irradiation apparatus 6 which delivers laser light R in an obliquely downward direction through this laser introduction window 5, a gate valve S2 for introducing the object M into the vacuum chamber 1, a gate valve S3 for taking out the object M from the vacuum chamber 1, a light-intensity metering device 9 which meters the intensity of reflected laser light L which has specularly-reflected on the object M, and a control device 10 which controls the laser irradiation means 6 or the movable mount table 2 based on the

intensity of the reflected laser light L metered by the light-intensity metering device 9. 1b denotes an exhaust outlet for vacuuming. The object M is an insulating substrate M2 with an amorphous semiconductor thin film M1 formed thereon.

[0010]

A laser annealing process is conducted according to the following procedure:

- ① the gate valve S2 is opened, an unprocessed object M is mounted on the movable mount table 2, and the gate valve S2 is closed.
- ② the vacuum chamber 1 is evacuated from the exhaust outlet 1b so that the vacuum chamber 1 becomes highly vacuum at  $10^{-2}$  to  $10^{-6}$  Torr (alternatively filled with nitrogen gas). Next, current is conducted to the resistance line 3 so as to preheat the object M at approximately 400°C. Further, the movable mount table 2 is moved so that a laser irradiation portion P is positioned at an irradiation start point on the object M. Then, laser light R is generated from the excimer laser irradiation apparatus 6. The laser light R is introduced into the vacuum chamber 1 through the laser introduction window 5 and delivered to the surface of the object M from an oblique direction. The movable mount table 2 is moved in this state so as to scan the whole surface (for example 300 mm × 300 mm) of the amorphous semiconductor thin film M1 of the object M with a small area (for example 0.4 mm × 150 mm) of the laser irradiation portion P. At this time, based on the intensity of the reflected laser light L, the excimer laser irradiation apparatus 6 is controlled to adjust the irradiation intensity and the irradiation timing of the laser light R and the movable mount table 2 is controlled to adjust the moving speed and the moving timing. This makes it possible to appropriately crystallize the amorphous semiconductor thin film M1 even when the amorphous semiconductor thin film M1 has variation in its thickness and characteristic.
- ③ the gate valve S3 is opened, the processed object M is taken out from the top plane of the movable mount table 2, and the gate valve S3 is closed.

[0011]

FIG. 2 is a figure showing the characteristics of the reflectivity of amorphous silicon a-Si and crystalline silicon C-Si. In any wavelength, the amorphous silicon a-Si has lower reflectivity than the crystalline silicon C-Si. Therefore, the intensity of

the reflected laser light L metered by the light-intensity metering device 9 is low in the amorphous silicon a-Si but increases with the progress of crystallization, and stops changing with a large value when the crystallization ends. Consequently, the excimer laser irradiation apparatus 6 and the movable mount table 2 are preferably controlled in such a way that the irradiation intensity of the laser light R is increased or the irradiation time is extended while the intensity of the reflected laser light L metered by the light-intensity metering device 9 is low, and the irradiation intensity of the laser light R is lowered or the irradiation time is shortened when the intensity of the reflected laser light L metered by the light-intensity metering device 9 is high.

[0012]

FIG. 3 is a figure showing the convergence characteristic of the moving speed of the movable mount table 2 when the irradiation intensity of the laser light R is constant and the moving speed is controlled. The moving speed of the movable mount table 2 increases gradually from "0" at an irradiation start point and converges to the optimum speed at which neither too much nor too little annealing can be conducted.

[0013]

According to the above laser annealing process apparatus 100, it is possible to constantly conduct appropriate, neither too much nor too little, annealing without taking out the object M from the vacuum chamber 1 even when the object M has variation and to improve the quality and the throughput. Moreover, since the laser introduction window 8 is set at a position away from vertically above the laser irradiation portion P, the laser introduction window 8 does not become very dirty by the evaporated substance from the object M, and the energy of the laser light R can be prevented from being attenuated at the laser introduction window 8. In addition, since the reflected laser light L which has reflected on the object M does not enter the object M again by reflecting on the ceiling portion 1a of the vacuum chamber 1, it is also possible to prevent the reflected laser light L from adversely affecting the annealing.

[0014]-Embodiment Mode 2-

FIG. 4 is a cross-sectional view showing substantial parts of a laser annealing process apparatus according to Embodiment Mode 2 of the present invention. This

laser annealing process apparatus 200 includes a vacuum chamber 1 made of aluminum, a movable mount table 2 on which an object M is mounted and which moves on a base B provided inside this vacuum chamber 1, a resistance line 3 which is buried in a top plane of this movable mount table 2 and which preheats the object M, a laser introduction window 5 which is a quartz glass plate with an ultraviolet ray anti-reflection film (AR coat) formed on its opposite surfaces and which is provided to a ceiling portion 1a of the vacuum chamber 1, an excimer laser irradiation apparatus 6 which emits laser light R approximately vertically downward through this laser introduction window 5, a gate valve S2 for introducing the object M into the vacuum chamber 1, a gate valve S3 for taking out the object M from the vacuum chamber 1, a light-intensity metering device 9 which meters the intensity of passed laser light which has passed through the object M, and a control device 10 which controls the laser irradiation apparatus 6 or the movable mount table 2 based on the intensity of the passed laser light metered by the light-intensity metering device 9. 1b denotes an exhaust outlet for vacuuming. The object M is an insulating substrate M2 with an amorphous semiconductor thin film M1 formed thereon.

[0015]

A laser annealing process is conducted according to the following procedure:

- ① the gate valve S2 is opened, an unprocessed object M is mounted on the movable mount table 2, and the gate valve S2 is closed.
- ② the vacuum chamber 1 is evacuated from the exhaust outlet 1b so that the vacuum chamber 1 becomes highly vacuum at  $10^{-2}$  to  $10^{-6}$  Torr (alternatively filled with nitrogen gas). Next, current is conducted to the resistance line 3 so as to preheat the object M at approximately 400°C. Further, the movable mount table 2 is moved so that a laser irradiation portion P is positioned at an irradiation start point on the object M. Then, laser light R is generated from the excimer laser irradiation apparatus 6. The laser light R is introduced into the vacuum chamber 1 through the laser introduction window 5 and delivered approximately vertically to the surface of the object M. The movable mount table 2 is moved in this state so as to scan the whole surface (for example 300 mm × 300 mm) of the amorphous semiconductor thin film M1 of the object M with a

small area (for example 0.4 mm × 150 mm) of the laser irradiation portion P. At this time, based on the intensity of the passed laser light, the excimer laser irradiation apparatus 6 is controlled to adjust the irradiation intensity and the irradiation timing of the laser light R and the movable mount table 2 is controlled to adjust the moving speed and the moving timing. This makes it possible to appropriately crystallize the amorphous semiconductor thin film M1 even when the amorphous semiconductor thin film M1 has variation in its thickness and characteristic.

③ the gate valve S3 is opened, the processed object M is taken out from the top plane of the movable mount table 2, and the gate valve S3 is closed.

[0016]

According to the above laser annealing process apparatus 200, it is possible to constantly conduct appropriate, neither too much nor too little, annealing without taking out the object M from the vacuum chamber 1 even when the object M has variation and to improve the quality and the throughput.

[0017]

[Effect of the Invention]

According to the laser annealing process apparatus of the present invention, it is possible to constantly conduct appropriate, neither too much nor too little, annealing without taking out the object M from the airtight container even when the object M has variation and to improve the quality and the throughput.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A cross-sectional view showing substantial parts of a laser annealing process apparatus according to Embodiment Mode 1 of the present invention.

[FIG. 2] A figure showing the characteristic of the reflectivity of amorphous silicon a-Si and crystalline silicon C-Si.

[FIG. 3] A figure showing the convergence characteristic of the moving speed of a movable mount table when the irradiation intensity of laser light is constant and the moving speed is controlled.

[FIG. 4] A cross-sectional view showing substantial parts of a laser annealing process

apparatus according to Embodiment Mode 2 of the present invention.

[FIG. 5] A cross-sectional view showing substantial parts of an example of a conventional laser annealing apparatus.

[Description of Reference Numerals and Signs]

|               |                                     |
|---------------|-------------------------------------|
| 100, 200, 500 | LASER ANNEALING PROCESS APPARATUS   |
| 1             | VACUUM CHAMBER                      |
| 1a            | CEILING PORTION                     |
| 1b            | EXHAUST OUTLET                      |
| 2             | MOVABLE MOUNT TABLE                 |
| 3             | RESISTANCE LINE                     |
| 5             | EXCIMER LASER INTRODUCTION WINDOW   |
| 6             | EXCIMER LASER IRRADIATION APPARATUS |
| 9             | LIGHT-INTENSITY METERING DEVICE     |
| 10            | CONTROL DEVICE                      |
| B             | BASE                                |
| P             | LASER IRRADIATION PORTION           |
| M             | OBJECT                              |
| M1            | AMORPHOUS SEMICONDUCTOR THIN FILM   |
| M2            | INSULATING SUBSTRATE                |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**